

0500



Attorney Docket No.: 8053-1014

PATENT

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: FUJIMOTO et al. Conf. No.: Unknown
Appl. No.: 10/602,063 Group: Unknown
Filed: June 24, 2003
For: METHOD AND APPARATUS FOR DETECTING
STATIONARY ROTOR ANGLE OF SENSORLESS
BRUSHLESS DC MOTOR, AND STARTING METHOD
AND APPARATUS USING THE SAME

L E T T E R

Assistant Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Date: July 11, 2003

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on the following application(s):

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
JAPAN	2002-196787	July 5, 2002

A certified copy of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 25-0120 for any additional fee required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

YOUNG & THOMPSON

By

Benoît Castel
Benoît Castel, #35,041

BC/psf

745 South 23rd Street, Suite 200
Arlington, Virginia 22202
(703) 521-2297

Attachment

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

05

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月 5日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-196787

[ST:10/C]:

[JP2002-196787]

出 願 人

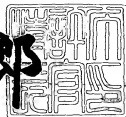
Applicant(s):

NECエレクトロニクス株式会社
日本電気エンジニアリング株式会社

2003年 6月13日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3038498

【書類名】	特許願
【整理番号】	73410002
【提出日】	平成14年 7月 5日
【あて先】	特許庁長官 殿
【国際特許分類】	H02K
【発明の名称】	センサレスモータのロータ停止位置検出方法及び装置並びに起動方法及び起動装置
【請求項の数】	12
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
【氏名】	藤本 博三
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都港区芝浦三丁目18番21号 日本電気エンジニアリング株式会社内
【氏名】	永瀬 元晴
【特許出願人】	
【識別番号】	000004237
【氏名又は名称】	日本電気株式会社
【特許出願人】	
【識別番号】	000232047
【氏名又は名称】	日本電気エンジニアリング株式会社
【代理人】	
【識別番号】	100079164
【弁理士】	
【氏名又は名称】	高橋 勇
【電話番号】	03-3862-6520
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	013505
【納付金額】	21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9003064

【包括委任状番号】 9003586

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 センサレスモータのロータ停止位置検出方法及び装置並びに起動方法及び起動装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 永久磁石からなるロータと複数の駆動用コイルからなるステータとを備えたセンサレスモータのロータ停止位置検出方法において、

前記ロータが停止している時に前記各駆動用コイルのインダクタンスを検出し、これらのインダクタンスに基づき前記ロータの停止位置を判断する、

ことを特徴とするロータ停止位置検出方法

【請求項2】 前記各駆動用コイルと抵抗器との直列回路に通電し、その過渡現象に基づき前記各駆動用コイルのインダクタンスを検出する、

請求項1記載のロータ停止位置検出方法。

【請求項3】 前記ロータが停止している時に前記各駆動用コイルと抵抗器との直列回路に通電し、この通電によって得られる過渡現象に対応する電気信号を出力し、この出力された電気信号に基づき前記各駆動用コイルのインダクタンスを検出する、

請求項2記載のロータ停止位置検出方法。

【請求項4】 前記各駆動用コイルのインダクタンスを検出する前に、当該駆動用コイルに一定の電流を流す、

請求項1乃至3のいずれかに記載のロータ停止位置検出方法。

【請求項5】 永久磁石からなるロータと複数の駆動用コイルからなるステータとを備えたセンサレスモータに対して、前記複数の駆動用コイルの組み合わせからなる複数の駆動相を一定の順序で切り換えて通電することにより前記ロータを回転させる際の起動方法において、

請求項1乃至4のいずれかに記載のロータ停止位置検出方法を用いて、前記永久磁石の磁極と対向している前記駆動用コイルを判断し、

当該駆動用コイルを含む駆動相の前記順序における二つ先の駆動相に通電することが最適である場合に、当該駆動用コイルを含む駆動相の一つ先の駆動相に通電する、

ことを特徴とする起動方法。

【請求項6】 永久磁石からなるロータと複数の駆動用コイルからなるステータとを備えたセンサレスモータに対して、前記複数の駆動用コイルの組み合わせからなる複数の駆動相を一定の順序で切り換えて通電することにより前記ロータを回転させる際の起動方法において、

請求項1乃至4のいずれかに記載のロータ停止位置検出方法を用いて、前記永久磁石の磁極と対向している前記駆動用コイルを判断し、

当該駆動用コイルを含む駆動相の前記順序における二つ先の駆動相に通電することが最適である場合に、まず当該駆動用コイルを含む駆動相の一つ先の駆動相に通電し、続いてこの通電した駆動相の二つ先の前記駆動相に通電する、

ことを特徴とする起動方法。

【請求項7】 永久磁石からなるロータと複数の駆動用コイルからなるステータとを備えたセンサレスモータのロータ停止位置検出装置において、

前記ロータが停止している時に前記各駆動用コイルのインダクタンスを検出する検出手段と、それらのインダクタンスに基づき前記ロータの停止位置を判断する判断手段と、

を備えたことを特徴とするロータ停止位置検出装置。

【請求項8】 前記検出手段は、前記各駆動用コイルと抵抗器との直列回路に通電し、その過渡現象に基づき前記各駆動用コイルのインダクタンスを検出する、

請求項7記載のロータ停止位置検出装置。

【請求項9】 前記検出手段は、前記ロータが停止している時に前記各駆動用コイルと抵抗器との直列回路に通電する通電手段と、この通電によって得られる過渡現象に対応する電気信号を出力する電気信号出力手段と、この出力された電気信号に基づき前記各駆動用コイルのインダクタンスを検出するインダクタンス検出手段とを備えた、

請求項8記載のロータ停止位置検出装置。

【請求項10】 前記検出手段は、前記各駆動用コイルのインダクタンスを検出する前に、当該駆動用コイルに一定の電流を流す、

請求項 7 乃至 9 のいずれかに記載のロータ停止位置検出装置。

【請求項 1 1】 永久磁石からなるロータと複数の駆動用コイルからなるステータとを備えたセンサレスモータに対して、前記複数の駆動用コイルの組み合わせからなる複数の駆動相を一定の順序で切り換えて通電することにより前記ロータを回転させる駆動制御手段を備えた起動装置において、

前記駆動制御手段は、請求項 7 乃至 1 0 のいずれかに記載のロータ停止位置検出装置を用いて、前記永久磁石の磁極と対向している前記駆動用コイルを判断し

当該駆動用コイルを含む駆動相の前記順序における二つ先の駆動相に通電することが最適である場合に、当該駆動用コイルを含む駆動相の一つ先の駆動相に通電する、

ことを特徴とする起動装置。

【請求項 1 2】 永久磁石からなるロータと複数の駆動用コイルからなるステータとを備えたセンサレスモータに対して、前記複数の駆動用コイルの組み合わせからなる複数の駆動相を一定の順序で切り換えて通電することにより前記ロータを回転させる駆動制御手段の起動装置において、

前記駆動制御手段は、請求項 7 乃至 1 0 のいずれかに記載のロータ停止位置検出装置を用いて、前記永久磁石の磁極と対向している前記駆動用コイルを判断し

当該駆動用コイルを含む駆動相の前記順序における二つ先の駆動相に通電することが最適である場合に、まず当該駆動用コイルを含む駆動相の一つ先の駆動相に通電し、続いてこの通電した駆動相の二つ先の前記駆動相に通電する、

ことを特徴とする起動装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ロータ位置センサを持たないセンサレスモータ（センサレス型ブラシレス直流モータ）に関し、詳しくはロータ停止位置検出方法及び装置並びにこれを用いた起動方法及び起動装置に関する。

【 0 0 0 2 】

〔従来の技術〕

永久磁石からなるロータと駆動用コイルからなるステータとを備えたブラシレスモータにおいて、ロータの回転位置を検出するセンサ（例えばホール素子）を持たないセンサレスモータが知られている。このようなセンサレスモータでは、ロータが回転している時は、駆動用コイルに発生する逆起電力を検出して駆動用電流の位相を制御する。一方、起動時においては、ロータが停止しているため、ロータの回転位置を知ることができない。そのため、ロータの回転位置が不明なままロータを正転させる論理に従い、駆動用コイルに順次駆動用歩進パルスを供給することにより、ロータを回転させている。

【 0 0 0 3 】

しかし、ロータの位置が不明なまま駆動用コイルに電流を流すため、その初期においてはロータが逆転したり回転を始めなかったりする場合がある。このような問題を解決しようとする技術が、特許第 3 1 3 5 5 6 1 号公報に開示されている。

【 0 0 0 4 】

図 7 は、上記公報に開示された従来技術を示すブロック図である。以下、この図面に基づき説明する。

【 0 0 0 5 】

永久磁石を有するロータ 1 0 1 は、駆動用コイル 1 0 2 u, 1 0 2 v, 1 0 2 w に流す電流によって回転駆動される。なお、駆動用コイル 1 0 2 u, 1 0 2 v, 1 0 2 w は、同時に全てのコイルに電流が流れることはなく、少なくとも 1 つのコイルには電流が流れない。この電流が流れていないコイルには、ロータ 1 0 1 の回転に従って変動磁束が発生しているため、逆起電力が発生する。この逆起電力をアンプ 1 0 5 u, 1 0 5 v, 1 0 5 w で増幅し、逆起電力検出回路 1 0 6 に供給することによって、ロータ 1 0 1 の回転位置を検出することができる。逆起電力検出回路 1 0 6 からの出力は通電切換論理回路 1 0 7 に送られ、これによりロータ 1 0 1 の回転位置に基づいた通電切換の指示信号が発生する。この通電切換指示信号は、通電切換回路 1 0 8 に送られる。通電切換回路 1 0 8 の出力は

、相切換回路109に送られて相切換を行ない、駆動回路103から所望の駆動用コイル102u, 102v, 102wに駆動用電流を供給する。このように、ロータ101が回転している時には、閉ループによる制御が実施されるので、ロータ101は定速で回転する。

【0006】

一方、起動時においては、ロータ101が停止しているため、駆動用コイル102u, 102v, 102wには起電力が発生しない。スタート/ブレーキ(S/B)信号が端子111に印加されると、スイッチ切換回路112によって発振回路113のスイッチ116がインターロック制御回路115を介して制御され、高い周波数で発振するための時定数回路118に接続される。時定数回路118は、抵抗R11とキャパシタC11とを含んで構成される。発振回路113には、低い周波数で発振するための時定数回路119も設けられている。時定数回路119は、抵抗R12とキャパシタC12とを含んで構成される。スイッチ116は、インターロック制御115により制御されて、時定数回路118に接続された接点117aと、時定数回路119に接続された接点117bとの間を選択的に切換えられる。

【0007】

ここで、スタート指示がされた時には、発振回路113から高い周波数の信号が発生し、相切換回路109を介して駆動回路103から駆動用コイル102u, 102v, 102wに、ロータ101を振動させるが回転はさせない高い周波数の駆動用パルス電流が供給される。この高い周波数は、ロータ101の固有振動数の近傍に選ぶ。この高い周波数の駆動用パルス電流によって、ロータ101は振動を始める。振動が開始した時には、この振動によって駆動用コイル102u, 102v, 102wには、振動誘起電圧が発生するので、アンプ105u, 105v, 105wを介して逆起電力検出回路106から検出信号を得ることができる。

【0008】

この検出信号により、ロータ101の回転位置が判明した時には、通電切換理論回路107からスイッチ切換回路112に信号が送られ、スイッチ116は低

い周波数の発振を行なうための時定数回路119に接続された端子117bに切換られる。このようにして、通電切換論理回路107からはロータ101の回転位置に従った指示信号が、通電切換回路108に送られ、相切換回路109ではロータ101を回転させるのに適した低い周波数に従って駆動用コイル102u, 102v, 102wに電流を供給するための信号が形成される。このようにして、ロータ101の回転位置に従って駆動用パルス電流が駆動回路103から駆動用コイル102u, 102v, 102wに供給されることにより、ロータ101は逆転を起すことなく正転を開始する。

【0009】

以上のように、駆動用コイル102u, 102v, 102wに回転させない程度の高い周波数の駆動用パルス電流を供給することにより、ロータ101を振動させる。この振動によって駆動用コイル102u, 102v, 102wには振動誘起電圧が発生し、逆起電力検出回路106の検出信号によりロータ101の回転位置を知ることができる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図7に示す従来技術では、位置検出時に用いる駆動相パルスの周波数をロータの固有振動数付近に選ぶ必要があるため、センサレスモータ毎にロータの固有振動数を測定しなければならなかった。したがって、取り扱いが不便であり、非実用的であった。

【0011】

【発明の目的】

そこで、本発明の目的は、特殊な測定を不要にすることにより、取り扱いを容易にした、センサレスモータのロータ停止位置検出方法及び装置並びに起動方法及び起動装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明に係るロータ停止位置検出方法は、永久磁石からなるロータと複数の駆動用コイルからなるステータとを備えたセンサレスモータのロータ停止位置検出

方法において、ロータが停止している時に各駆動用コイルのインダクタンスを検出し、これらのインダクタンスに基づきロータの停止位置を判断する、というものである（請求項1）。ここで、ロータの停止位置を判断することは、永久磁石の磁極と対向している駆動用コイルを判断することに等しい。また、インダクタンスを検出することは、抵抗及び容量が一定である場合に、インピーダンスを検出することに等しい。

【 0 0 1 3 】

図6に示すように、電磁石が永久磁石による磁束の中にあるとき、電磁石と永久磁石との位置関係によって、コイルのインダクタンスが変化する。図6[1]のように、永久磁石の磁束と電流Iを流したときの電磁石の磁束とが同一方向になる場合、コイルのインダクタンスは最小になる。また、6[2]のように、永久磁石の磁束と電流Iを流したときの電磁石の磁束とが逆方向になる場合、コイルのインダクタンスは最大になる。そのため、電磁石に電流Iを流して電磁石と永久磁石とが引き合って止まる位置で、コイルのインダクタンスが最小になる。

【 0 0 1 4 】

センサレスモータにも同様の特性があり、各駆動相ごとに電流を流すと、ロータが停止している位置での駆動用コイルのインダクタンスが最小となる。

【 0 0 1 5 】

なお、永久磁石の磁束と電磁石の磁束とが同一方向になる場合にコイルのインダクタンスが最小になり、永久磁石の磁束と電磁石の磁束とが逆方向になる場合にコイルのインダクタンスが最大になる理由は、永久磁石が磁性体及び非磁性体として作用しているためと考えられる。つまり、永久磁石の磁束と電磁石の磁束が同一方向にある場合は、永久磁石から見れば電磁石の磁束は更に磁化させる方向にあるので、永久磁石はそのヒステリシス特性の飽和領域の性質を示す。すなわち、永久磁石は非磁性体として作用するので、コイルのインダクタンスは最小になる。一方、永久磁石の磁束と電磁石の磁束が逆方向にある場合は、永久磁石から見れば電磁石の磁束は逆に磁化させる方向にあるので、永久磁石はそのヒステリシス特性の線形領域に近い部分の性質を示す。すなわち、永久磁石は磁性体として作用するので、コイルのインダクタンスは最大になる。なお、本発明は

、このような原理を使用するものに限定するものではなく、ロータが停止している時に各駆動用コイルのインダクタンスを検出できれば、どのような原理を使用するものも含まれる。

【0016】

請求項2記載のロータ停止位置検出方法は、請求項1記載のロータ停止位置検出方法において、各駆動用コイルと抵抗器との直列回路に通電し、その過渡現象に基づき各駆動用コイルのインダクタンスを検出する、というものである。これにより、特殊な測定器を必要とせずに、インダクタンスを簡単に測定できる。

【0017】

請求項3記載のロータ停止位置検出方法は、請求項2記載のロータ停止位置検出方法において、ロータが停止している時に各駆動用コイルと抵抗器との直列回路に通電し、この通電によって得られる過渡現象に対応する電気信号を出力し、この出力された電気信号に基づき各駆動用コイルのインダクタンスを検出する、というものである。これにより、インダクタンスを直流によって、すなわち簡単に測定できる。なお、このときに駆動用コイルに流す電流は、ロータを回転させない程度の時間又は電流値である。

【0018】

請求項4記載のロータ停止位置検出方法は、請求項1乃至3のいずれかに記載のロータ停止位置検出方法において、各駆動用コイルのインダクタンスを検出する前に当該駆動用コイルに一定の電流を流す、というものである。駆動用コイルの鉄心のインダクタンスは、駆動用コイルに流れた電流の履歴によって微妙に変化する。そこで、インダクタンスを検出する前に、駆動用コイルに一定の電流を流すことにより、駆動用コイルの鉄心のインダクタンスについて、電流の履歴による影響を排除する。これにより、駆動用コイルのインダクタンスを精度よく検出できる。

【0019】

請求項5記載の起動方法は、永久磁石からなるロータと複数の駆動用コイルからなるステータとを備えたセンサレスモータに対して、複数の駆動用コイルの組み合わせからなる複数の駆動相を一定の順序で切り換えて通電することによりロ

ータを回転させる際の起動方法において、本発明に係るロータ停止位置検出方法を用いて、永久磁石の磁極と対向している駆動用コイルを判断し、当該駆動用コイルを含む駆動相の前記順序における二つ先の駆動相に通電することが最適である場合に、当該駆動用コイルを含む駆動相の一つ先の駆動相に通電する、というものである。これにより、ロータ停止位置の検出誤差があっても、ロータを正方向に回転させるトルクが得られるので、ロータを効率よく正方向に回転させることができる。

【0020】

請求項6記載の起動方法は、永久磁石からなるロータと複数の駆動用コイルからなるステータとを備えたセンサレスモータに対して、複数の駆動用コイルの組み合わせからなる複数の駆動相を一定の順序で切り換えて通電することによりロータを回転させる際の起動方法において、本発明に係るロータ停止位置検出方法を用いて、永久磁石の磁極と対向している駆動用コイルを判断し、当該駆動用コイルを含む駆動相の前記順序における二つ先の前記駆動相に通電することが最適である場合に、まず当該駆動用コイルを含む駆動相の一つ先の駆動相に通電し、続いてこの通電した駆動相の二つ先の駆動相に通電する、というものである。これにより、ロータ停止位置の検出誤差があっても、ロータを正方向に回転させるトルクが得られるので、ロータを効率よく正方向に回転させることができる。

【0021】

本発明に係るロータ停止位置検出装置（請求項7～10）は、本発明に係るロータ停止位置検出方法（請求項1～4）をそれぞれ使用するものであり、本発明に係るロータ停止位置検出方法と同様の作用及び効果を奏する。本発明に係る起動装置（請求項11, 12）は、本発明に係る起動方法（請求項5, 6）をそれぞれ使用するものであり、本発明に係る起動方法と同様の作用及び効果を奏する。

【0022】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明に係るロータ停止位置検出装置及び起動装置の第一実施形態を示す回路図である。以下、この図面に基づき説明する。

【 0 0 2 3 】

特許請求の範囲における「通電手段」は、制御回路 1 5 の機能の一部、駆動回路 1 6 のトランジスタ $Q 1 \sim Q 3$ 、及び通電回路 1 8 に対応する。特許請求の範囲における「電気信号出力手段」は、電気信号出力回路 1 8 に対応する。特許請求の範囲における「インダクタンス検出手段」及び「判断手段」は、停止位置検出回路 1 9 に対応する。特許請求の範囲における「駆動制御手段」は、制御回路 1 5 の機能の一部、及び駆動回路 1 6 に対応する。

【 0 0 2 4 】

センサレスモータ 1 0 は、永久磁石からなるロータ（図示せず）と、駆動用コイル 1 1, 1 2, 1 3 からなるステータ 1 4 とを備えている。制御回路 1 5 は、例えばマイクロコンピュータ及びそのプログラム等からなり、駆動回路 1 6 のトランジスタ $Q 1 \sim Q 6$ 及び通電回路 1 7 のトランジスタ $Q 7 \sim Q 9$ をオン・オフ制御するとともに、各種の機能を備えている。駆動回路 1 6 は、 p チャネル・パワー MOSFET のトランジスタ $Q 1 \sim Q 3$ と、 n チャネル・パワー MOSFET のトランジスタ $Q 4 \sim Q 6$ との直並列回路からなる、一般的なモータ駆動回路である。

【 0 0 2 5 】

通電回路 1 7 は、駆動用コイル 1 1 ~ 1 3 に直列に接続されたトランジスタ $Q 7 \sim Q 9$ と、トランジスタ $Q 7 \sim Q 9$ に直列に接続された抵抗器 $R 1$ とを備えている。トランジスタ $Q 7 \sim Q 9$ は、 n チャネル・パワー MOSFET である。電圧信号出力回路 1 8 は、電源電圧 V_{cc} を分圧して基準電圧 V_{ref1} を出力する抵抗器 $R 2, R 3$ と、電源電圧 V_{cc} を分圧して基準電圧 V_{ref2} を出力する抵抗器 $R 4, R 5$ と、通電回路 1 7 の出力電圧 V_R （抵抗器 $R 1$ の両端電圧）と基準電圧 V_{ref1} とを比較するコンパレータ $CP 1$ と、出力電圧 V_R と基準電圧 V_{ref2} とを比較するコンパレータ $CP 2$ とを備えている。停止位置検出回路 1 9 は、例えば A/D コンバータ、マイクロコンピュータ及びそのプログラム等からなり、コンパレータ $CP 1, CP 2$ の出力信号に基づき各駆動用コイル 1 1 ~ 1 2 のインダクタンスを検出する機能と、これらのインダクタンスに基づき永久磁石の磁極と対向している駆動用コイル 1 1 ~ 1 3 を判断する機能とを備

えている。停止位置検出回路19からは、ロータ停止位置信号が制御回路15へ出力される。

【0026】

制御回路15は、図示しない逆起電力検出回路から入力した駆動用コイル11～13の逆起電力に基づき、駆動用コイル11～13の組み合わせからなる複数の駆動相に対して、駆動回路16を介して一定の順序で切り換えて通電することにより、ロータを回転させる機能を有する。また、制御回路15は、停止位置検出回路19から出力されたロータ停止位置信号に基づき、永久磁石の磁極と対向している駆動用コイルを含む駆動相の一つ先の駆動相に通電し、続いてこの通電した駆動相の二つ先の駆動相に通電する機能を有する。

【0027】

更に詳しく説明する。センサレスモータ10は、駆動用コイル11（U相）、駆動用コイル12（V相）、及び駆動用コイル13（W相）の三相モータである。トランジスタQ1～Q6は、センサレスモータ10を定常回転させるときに、U相、V相、W相に流す電流を切り替える。トランジスタQ1～Q3はセンサレスモータ10の停止位置を検出するときにも使用する。トランジスタQ7～Q9は、センサレスモータ10の停止位置を検出するとき、トランジスタQ1～Q3と組み合わせてU相、V相、W相に流す電流を切り替える。制御回路15は、トランジスタQ1～Q9のオン/オフを制御する。抵抗器R1は、センサレスモータ10に流れる電流を電圧VRに変換する。電圧VRは、抵抗器R1の両端にかかる電圧である。コンパレータCP1は、電圧VRが基準電圧Vref1よりも高くなったことを検出する。コンパレータCP2は、電圧VRが基準電圧Vref2よりも高くなったことを検出する。抵抗器R2、R3は、電源電圧Vccを分圧して基準電圧Vref1を作り出す。抵抗器R4、R5は、電源電圧Vccを分圧して基準電圧Vref2を作り出す。停止位置検出回路19は、コンパレータCP1、CP2の出力信号の時間差に基づきロータの停止位置を検出し、制御回路15へ停止位置信号を送信する。

【0028】

図2は、本実施形態のロータ停止位置検出装置の動作を示す波形図である。以

下、図1及び図2に基づき、本実施形態のロータ停止位置検出装置の動作を説明する。

【0029】

制御回路15は、トランジスタQ1～Q9を制御して、センサレスモータ10にU相→W相、V相→W相、V相→U相、W相→U相、W相→V相、U相→V相の順で電流を流す。この電流は、ロータが動かない短い時間を設定する。また、駆動相に流していた電流を急に止めると、センサレスモータ10の駆動用コイル11～13によって逆起電圧が発生する。そのため、駆動相を切り替えるときは、逆起電圧が0Vになるために十分な時間、どの相にも電流を流さないことが必要である。

【0030】

図2は、ロータが動かない短い時間における、駆動相に電流を流したときの電圧VRの変化と、コンパレータCP1、CP2の出力信号とを示している。駆動相がオンになると、合成抵抗Raと駆動用コイルのインダクタンスLとによって、次式の電流iが流れる。この合成抵抗Raは、トランジスタのオン抵抗値、駆動用コイルの直流抵抗値、及び抵抗器R1の抵抗値からなる。

【0031】

$$i = (V_{cc}/R_a) \times (1 - e^{-(R_a/L)t}) \quad \dots (1)$$

【0032】

電流iは抵抗器R1によって電圧VRに変換される。電圧VRが上昇し基準電圧Vref1を越えると、コンパレータCP1がハイからローになる。このときの時間をt1とする。電圧VRが更に上昇し基準電圧Vref2を越えると、コンパレータCP2がハイからローになる。このときの時間をt2とする。停止位置検出回路19は、六通りの駆動相で時間t1、t2の間隔を測定し、測定時間が最小の駆動相を停止位置信号として制御回路15へ送信する。

【0033】

図6に示すように、電磁石が永久磁石による磁束の中にあるとき、電磁石と永久磁石との位置関係によって、コイルのインピーダンスが変化する。このインピーダンスの変化は、抵抗及び容量が一定であるので、コイルのインダクタンスの

変化による（以下同じ）。例えば、図6[1]のように、永久磁石の磁束と電流 I を流したときの電磁石の磁束とが同一方向になる場合、コイルのインピーダンスは最小になる。また、6[2]のように、永久磁石の磁束と電流 I を流したときの電磁石の磁束とが逆方向になる場合、コイルのインピーダンスは最大になる。そのため、電磁石に電流 I を流して電磁石と永久磁石とが引き合って止まる位置で、コイルのインピーダンスが最小になる。

【0034】

センサレスモータ10にも同様の特性があり、1つの駆動相に電流を流してロータが停止する位置での駆動用コイル11～13のインピーダンスが最小となる。したがって、六つの駆動相とロータの位置関係による駆動用コイル11～13のインピーダンス変化とを利用し、インピーダンスが最小となる駆動相を検出すれば、ロータの停止位置が検出できる。駆動用コイル11～13のインピーダンス変化は、式(1)に基づき駆動相に流れる電流 i の立ち上がり時間を変化させるので、電圧 V_R の立ち上がり時間も変化させる。インピーダンスが最小のときは、電圧 V_R の立ち上がり時間が最小となる。

【0035】

駆動用コイル11～13の内側にある鉄心は、通電やロータの回転による磁界の変化で微弱であるが磁化される。この磁化された鉄心の磁束も駆動用コイル11～13のインピーダンスに影響する。回転していたロータがブレーキ制御によって停止した後や、異なる駆動相に電流を流した後は、駆動用コイル11～13による磁束の方向と鉄心の磁束の方向とが、ほとんどの場合同一ではない。しかし、一度駆動相に電流を流すと、鉄心が駆動用コイル11～13によって磁化されるので、電流を流した後のインピーダンスは電流を流す直前のインピーダンスよりも小さくなる。駆動用コイル11～13による磁束の方向と鉄心の磁束の方向とが同一になれば、鉄心の磁束によるバラツキがなくなるので、駆動用コイル11～13のインピーダンスは、ロータの磁束の方向と駆動用コイル11～13による磁束の方向とによって決まる。したがって、同じ駆動相に連続して二回以上電流を流し、二回目以降の電圧 V_R の立ち上がり時間を測定し、立ち上がり時間

が最小となる駆動相を検出することにより、ロータ停止位置の誤検出を低減することができる。

【0036】

トランジスタQ1～Q6は、センサレスモータ10を駆動する大きな電流を流すため、オン抵抗が1Ω程度と小さくしなければならない。しかし、トランジスタQ7～Q9は、大きさ及び価格の点からオン抵抗の大きな(10Ω～20Ω)パワーMOSFETを使用する場合がある。トランジスタQ7～Q9のオン抵抗が大きくなれば、電圧VRを検出しやすくするために抵抗R1の抵抗値を大きくする必要がある。そのため、合成抵抗Raが大きくなり、式(1)から明らかなように、駆動用コイル11～13のインピーダンスLの変化による電流iの変化が小さくなるので、六つの駆動相で電圧VRの立ち上がり時間の誤差が大きくなってくる。この誤差により、立ち上がり時間が最小となる駆動相を検出しても、その駆動相はロータの停止位置の一つ隣である場合がある。この問題を解決するために、次のような起動パターンでセンサレスモータ10を起動する。

【0037】

図3は、センサレスモータとブラッタとを上から見た概略図である。図4[1]は、ロータとステータとの位置関係を示す概略図である。図4[2]は、ロータ角度と各駆動相の合成トルクとの関係を示すグラフである。以下、図1乃至図4に基づき、本実施形態の起動装置の動作について説明する。

【0038】

図3において、ブラッタ上の目盛と数字とは、六つの駆動相にそれぞれ電流を流したときに、基準点に停止している数字に対応した駆動相でロータが停止していることを示す。数字0の場合はU相→W相、数字1の場合はV相→W相、数字2の場合はV相→U相、数字3の場合はW相→U相、数字4の場合はW相→V相、数字5の場合はU相→V相、にそれぞれ電流を流したときにロータが停止する位置である。図3に示すように、基準点に数字0すなわち駆動相U→Wが停止している場合、二つ先の数字2の駆動相V→Uに電流を流すと、ロータを効率よく正方向に回転させることができる。

【0039】

しかし、最初に電流を流す駆動相を検出した停止位置の二つ先とする起動パターンでは、次のような問題が発生する。基準点に数字0すなわち駆動相U→Wが停止している場合、停止位置検出回路19は駆動相U→Vと駆動相V→Wとのどちらか一方の駆動相を検出することがある。駆動相U→Vを検出した場合、最初に電流を流す駆動相は駆動相V→Wとなるので、図4から明らかなように、ロータを正方向に回転させることができる。しかし、駆動相V→Wを検出した場合、最初に電流を流す駆動相は駆動相W→Uとなるので、図4から明らかなように、ロータの停止位置が駆動相W→U通電時のロータ不安定点の近くなることにより、ロータを効率よく正方向に回転させることができない。

【0040】

この問題を解決するために、最初に電流を流す駆動相を検出した停止位置の一つ先とする。基準点に駆動相U→Wと駆動相V→Wの間が停止しているとき、停止位置検出回路19が駆動相U→Wを検出した場合、最初に電流を流す駆動相は駆動相V→Wとなるので、図4から明らかなように、小さなトルクではあるがロータを正方向に回転させることができる。駆動相V→Wを検出した場合は、最初に電流を流す駆動相は駆動相V→Uとなるので、図4から明らかなように、ロータを最大トルクで正方向に回転させることができる。また、基準点に駆動相U→Wが停止しているとき、位置検出誤差により一つ隣の駆動相V→Wを検出した場合、最初に電流を流す駆動相が駆動相V→Uとなることにより、図4から明らかなように、ロータの停止位置から二つ先の駆動相に電流を流すことになるので、ロータを効率よく正方向に回転させることができる。

【0041】

しかし、基準点に駆動相U→Wが停止しているとき、位置検出誤差により一つ隣の駆動相U→Vを検出した場合、最初に電流を流す駆動相が駆動相U→Wとなる。そのため、図4から明らかなように、ロータが停止している駆動相に電流を流すことになるので、ロータは回転しない。そこで、二回目に電流を流す駆動相を、最初の駆動相の二つ先にすることで、ロータを効率よく正方向に回転させることができる。したがって、停止位置検出回路19で検出された停止位置の一つ先の駆動相に電流を流し、その後駆動相を切り換え、最初に電流を流した駆動相

の二つ先の駆動相に電流を流すことで、ロータを逆回転せずに効率よく正方向に回転させることができる。

【0042】

図5は、本発明に係るロータ停止位置検出装置及び起動装置の第二実施形態を示す回路図である。以下、この図面に基づき説明する。ただし、図1と同じ部分は同じ符号を付すことにより説明を省略する。

【0043】

本実施形態では、電圧信号出力回路20の構成が第一実施形態と異なる。電圧信号出力回路20には、電圧VRのピーク電圧を検出するD/Aコンバータ21及びコンパレータCP3が付加されている。

【0044】

ロータ停止位置を検出する前に、電圧VRのピーク電圧を検出するために、ロータが動かない短い時間、一つの駆動相に電流を流す。駆動相に電流を流している間、電圧VRとD/Aコンバータ21の出力電圧とをコンパレータCP3で比較する。電圧VRがD/Aコンバータ21の出力電圧よりも低いときはコンパレータCP3の出力信号はローを示し、電圧VRがD/Aコンバータ21の出力電圧よりも高いときはコンパレータCP3の出力信号はハイを示す。制御回路15は、コンパレータCP3の出力信号がハイのときにD/Aコンバータ21の出力電圧を上昇させるように制御し、電圧VRのピーク電圧検出後はD/Aコンバータ21の出力電圧を保持するようD/Aコンバータ21を制御する。

【0045】

したがって、電圧VRのピーク電圧検出後は、D/Aコンバータ21の出力電圧は電圧VRと同じ電位になる。ロータ位置検出時には、抵抗器R6、R7、R8によって基準電圧Vref1、Vref2を生成し、コンパレータCP1、CP2に供給する。

【0046】

【発明の効果】

請求項1又は7に係る発明によれば、ロータが停止している時に各駆動用コイルのインダクタンスを検出し、これらのインダクタンスに基づきロータの停止位

置を判断することにより、センサレスモータ毎にロータの固有振動数を測定するなどの特殊な測定をすることなく、ロータの停止位置を検出できるので、取り扱いを容易にでき、これにより利便性及び実用性を向上できる。

【 0 0 4 7 】

請求項 2 又は 8 に係る発明によれば、各駆動用コイルと抵抗器との直列回路に通電し、その過渡現象に基づき各駆動用コイルのインダクタンスを検出することにより、特殊な測定器を必要とせずに、インダクタンスを簡単に測定できる。

【 0 0 4 8 】

請求項 3 又は 9 に係る発明によれば、ロータが停止している時に各駆動用コイルと抵抗器との直列回路に通電し、この通電によって得られる過渡現象に対応する電気信号を出力し、出力された電気信号に基づき前記各駆動用コイルのインダクタンスを検出することにより、インダクタンスを直流によって、すなわち簡単に測定できる。

【 0 0 4 9 】

請求項 4 又は 1 0 に係る発明によれば、各駆動用コイルのインダクタンスを検出する前に当該駆動用コイルに一定の電流を流すことにより、電流の履歴に起因する駆動用コイルのインダクタンスの誤差を排除できるので、駆動用コイルのインダクタンスを精度よく検出できる。換言すると、ロータの停止位置を検出するために駆動相に（ロータが動かない短い時間）流す電流を、同一駆動相に連続二回以上流すことにより、ロータ停止位置の誤検出を低減することができる。

【 0 0 5 0 】

請求項 5 又は 1 1 に係る発明によれば、本発明に係るロータ停止位置検出方法又は装置を用いて、永久磁石の磁極と対向している駆動用コイルを判断し、当該駆動用コイルを含む駆動相の二つ先の駆動相に通電することが最適である場合に、当該駆動用コイルを含む駆動相の一つ先の駆動相に通電することにより、ロータ停止位置の検出誤差があっても、ロータを正方向に回転させるトルクが得られるので、ロータを効率よく正方向に回転させることができる。換言すると、検出したロータの停止位置より一つ先の駆動相から電流を流すことで、二つの駆動相の中間にロータが停止しているときや、位置検出誤差によって本来のロータ停止

位置ではなく、一つ隣の駆動相を検出したときでも、ロータを逆回転せずに効率よく正方向に回転させることができる。

【0051】

請求項6又は12に係る発明によれば、本発明に係るロータ停止位置検出方法又は装置を用いて、永久磁石の磁極と対向している駆動用コイルを判断し、当該駆動用コイルを含む駆動相の二つ先の前記駆動相に通電することが最適である場合に、まず当該駆動用コイルを含む駆動相の一つ先の駆動相に通電し、続いてこの通電した駆動相の二つ先の駆動相に通電することにより、ロータ停止位置の検出誤差があっても、ロータを正方向に回転させるトルクが更に確実に得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係るロータ停止位置検出装置及び起動装置の第一実施形態を示す回路図である。

【図2】

第一実施形態のロータ停止位置検出装置の動作を示す波形図である。

【図3】

センサレスモータとプラッタとを上から見た概略図である。

【図4】

図4[1]は、ロータとステータとの位置関係を示す概略図である。図4[2]は、ロータ角度と各駆動相の合成トルクとの関係を示すグラフである。

【図5】

本発明に係るロータ停止位置検出装置及び起動装置の第二実施形態を示す回路図である。

【図6】

本発明の原理を示す説明図であり、図6[1]は永久磁石の磁束と電磁石の磁束とが同一方向になる場合、6[2]は永久磁石の磁束と電磁石の磁束とが逆方向になる場合である。

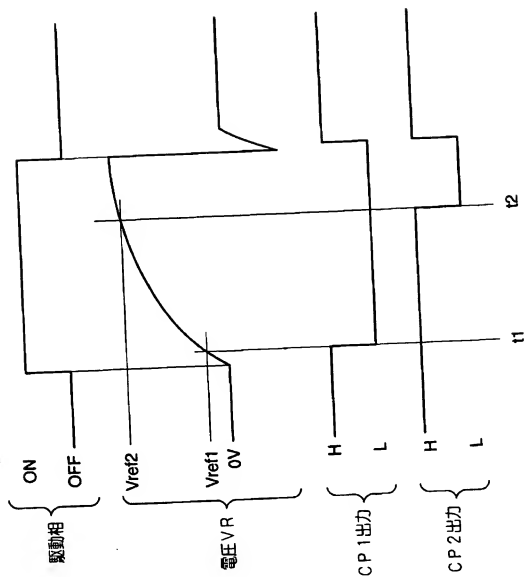
【図7】

従来技術を示すブロック図である。

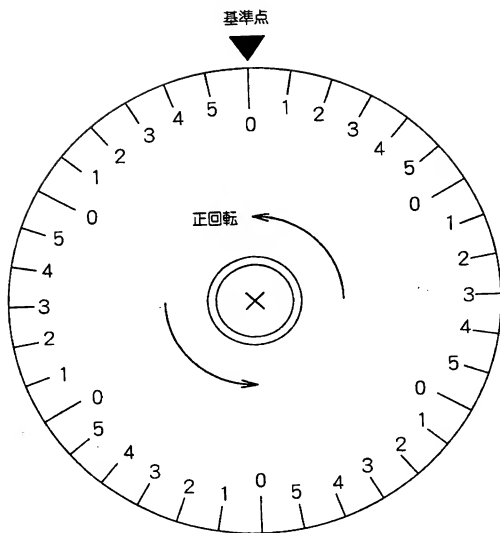
【符号の説明】

- 1 0 センサレスモータ
- 1 1, 1 2, 1 3 駆動用コイル
- 1 4 ステータ
- 1 5 制御回路
- 1 6 駆動回路
- 1 7 通電回路
- 1 8, 2 0 電圧信号出力回路
- 1 9 停止位置検出回路

【図2】

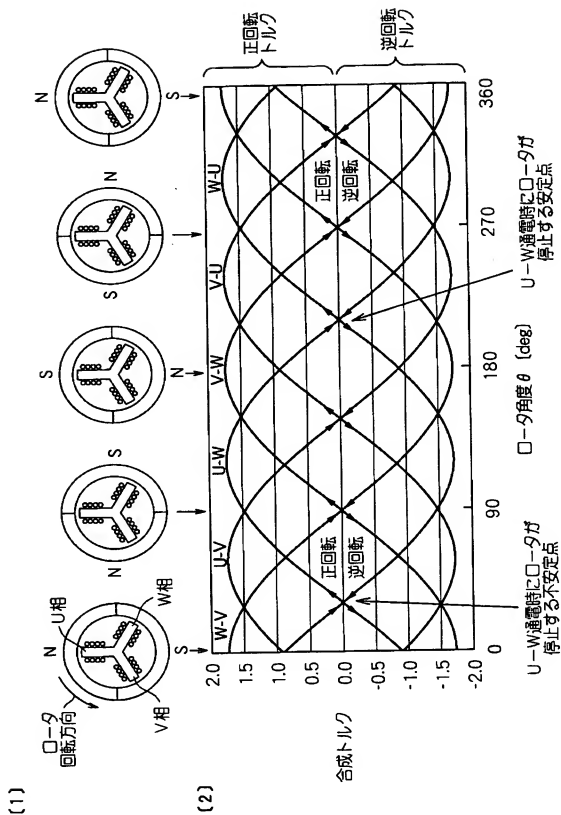


【図3】

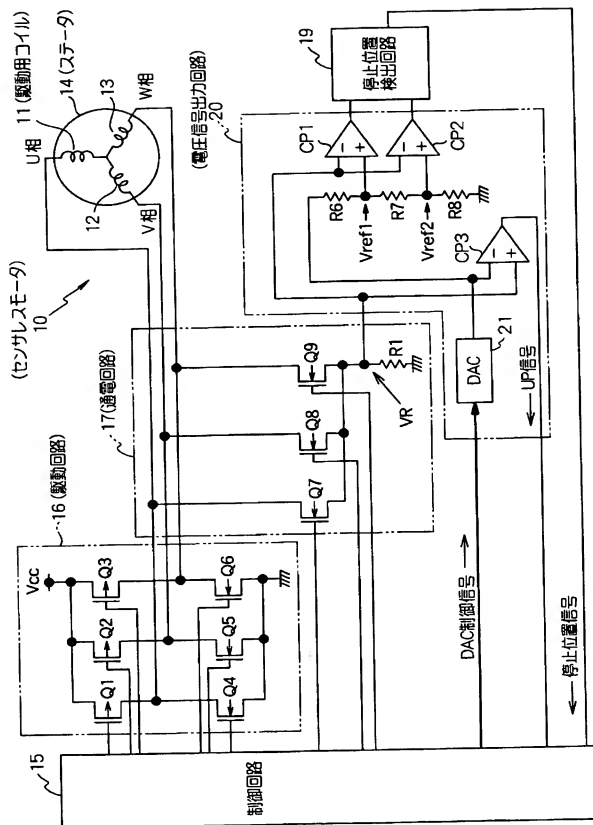


0 : U-W
 1 : V-W
 2 : V-U
 3 : W-U
 4 : W-V
 5 : U-V

【図 4】

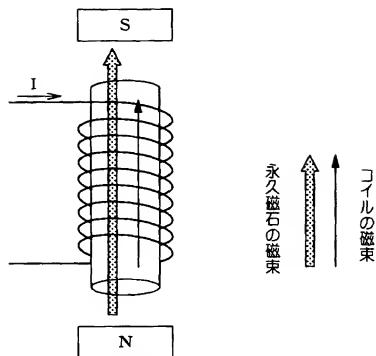


【図5】

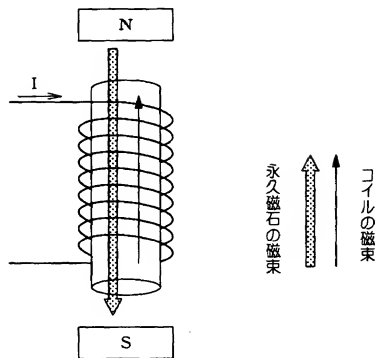


【図6】

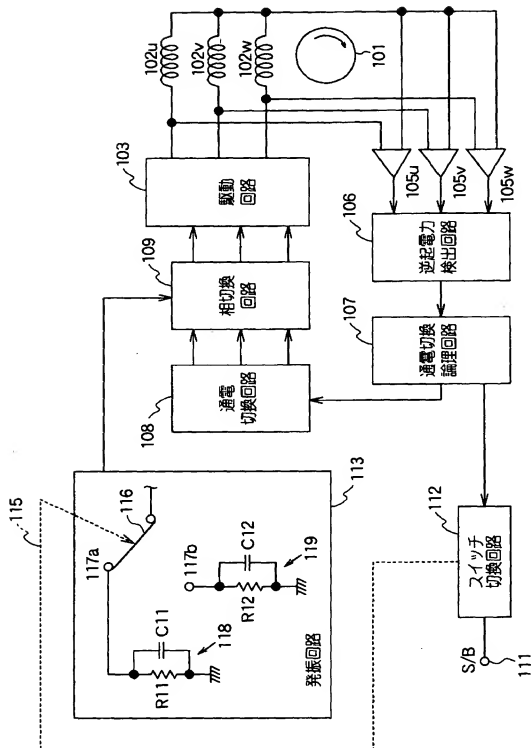
〔1〕



〔2〕



【图7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 特殊な測定を不要にすることにより、取り扱いを容易にする。

【解決手段】 通電回路17は、駆動用コイル11～13に直列に接続されたトランジスタQ7～Q9と、トランジスタQ7～Q9に直列に接続された抵抗器R1とを備えている。電圧信号出力回路18は、基準電圧Vref1を出力する抵抗器R2、R3と、基準電圧Vref2を出力する抵抗器R4、R5と、通電回路17の出力電圧VRと基準電圧Vref1とを比較するコンパレータCP1と、出力電圧VRと基準電圧Vref2とを比較するコンパレータCP2とを備えている。停止位置検出回路19は、コンパレータCP1、CP2の出力信号に基づき各駆動用コイル11～12のインダクタンスを検出し、これらのインダクタンスに基づき永久磁石の磁極と対向している駆動用コイル11～13を判断する。

【選択図】 図1

【書類名】 出願人名義変更届（一般承継）

【整理番号】 73410002

【提出日】 平成15年 1月23日

【あて先】 特許庁長官殿

【事件の表示】

 【出願番号】 特願2002-196787

【承継人】

 【識別番号】 302062931

 【氏名又は名称】 NECエレクトロニクス株式会社

【承継人代理人】

 【識別番号】 100079164

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 高橋 勇

【提出物件の目録】

 【物件名】 承継人であることを証明する登記簿謄本 1

 【援用の表示】 平成15年1月10日提出の特願2002-31848
8の出願人名義変更届（一般承継）に添付のものを援用
する。

 【物件名】 承継人であることを証明する承継証明書 1

 【援用の表示】 平成15年1月23日提出の平成10年特許願第244
059号の出願人名義変更届（一般承継）に添付のものを
援用する。

 【包括委任状番号】 0216934

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 出願人名義変更届（一般承継）

【整理番号】 73410002

【提出日】 平成15年 4月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【事件の表示】

【出願番号】 特願2002-196787

【承継人】

【識別番号】 303013763

【氏名又は名称】 日本電気エンジニアリング株式会社

【承継人代理人】

【識別番号】 100079164

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 勇

【提出物件の目録】

【物件名】 承継人であることを証明する登記簿謄本 1

【援用の表示】 平成15年4月16日提出の特願2002-318321の出願人名義変更届（一般承継）に添付のものを援用する。

【物件名】 承継人であることを証明する承継証明書 1

【援用の表示】 平成15年4月18日提出の特願2002-369788の出願人名義変更届（一般承継）に添付のものを援用する。

【物件名】 包括委任状 1

【援用の表示】 平成15年4月17日提出のものを援用する。

【ブルーフの要否】 要

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-196787
受付番号	50300663358
書類名	出願人名義変更届（一般承継）
担当官	鈴木 紳 9764
作成日	平成15年 6月 5日

<認定情報・付加情報>

【承継人】

【識別番号】

303013763

【住所又は居所】

東京都港区芝浦三丁目18番21号

【氏名又は名称】

日本電気エンジニアリング株式会社

【承継人代理人】

申請人

【識別番号】

100079164

【住所又は居所】

東京都千代田区東神田1丁目10番7号 篠田ビル8階 高橋内外国特許事務所

【氏名又は名称】

高橋 勇

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000004237]

1. 変更年月日

1990年 8月29日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区芝五丁目7番1号

氏 名

日本電気株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000232047]

1. 変更年月日 1997年 6月 5日
 [変更理由] 住所変更
 住 所 東京都港区芝浦三丁目18番21号
 氏 名 日本電気エンジニアリング株式会社

2. 変更年月日 2003年 3月 3日
 [変更理由] 名称変更
 住 所 東京都港区芝五丁目7番1号
 氏 名 株式会社エヌ・イー・エフ

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[302062931]

1. 変更年月日 2002年11月 1日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県川崎市中原区下沼部1753番地

氏 名 NECエレクトロニクス株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[303013763]

1. 変更年月日 2003年 3月 3日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区芝浦三丁目18番21号

氏 名 日本電気エンジニアリング株式会社